

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-189825

(43)Date of publication of application : 22.07.1997

(51)Int.Cl. G02B 6/293
G02B 6/12
G02B 6/122
H04J 14/00
H04J 14/02

(21)Application number : 08-351041

(71)Applicant : ALCATEL ALSTHOM CO GENERAL
ELECTRICITE

(22)Date of filing : 27.12.1996

(72)Inventor : BISSESSUR HANS
MESTRIC ROLAND
DUCHET CHRISTIAN

(30)Priority

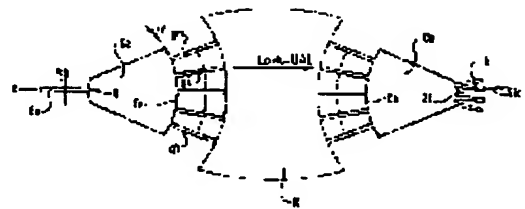
Priority number : 95 9515657 Priority date : 28.12.1995 Priority country : FR

(54) WAVELENGTH DEMULTIPLEXER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a demultiplexer capable of being applied even to an etching grating type and a waveguide grating type and in which the spectral response of an output wave is expressed by the curve being almost the same form as the curve indicating the amplitude change of an input wave corresponding to the position on the side face of an input waveguide.

SOLUTION: This wavelength demultiplexer includes a diffraction space Ce determined by receiving planes Ze connected to a grating R. An input waveguide Ge and receiving planes Ze are dimensionally set so that an input wave (e) is diffracted at these planes while the input wave (e) is having plural secondary lobes in order to obtain an output wave Sk whose spectral response is a flay plane. The demultiplexer is especially applied for a wavelength multiplexed optical communication system.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-189825

(43) 公開日 平成9年(1997)7月22日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所	
G 0 2 B	6/293		G 0 2 B	6/28	D
	6/12			6/12	F
	6/122				D
H 0 4 J	14/00		H 0 4 B	9/00	E
	14/02				

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-351041

(22) 出願日 平成8年(1996)12月27日

(31) 優先権主張番号 9 5 1 5 6 5 7

(32) 優先日 1995年12月28日

(33) 優先権主張国 フランス (F R)

(71) 出願人 391030332

アルカテル・アルストム・コンパニイ・ジ
エネラル・デレクトリシテALCATEL ALSTHOM COM
PAGNIE GENERALE D' E
LECTRICITEフランス国、75008 パリ、リュ・ラ・ボ
エティ 54

(72) 発明者 ハンス・ピツセツサー

フランス国、75014・パリ、リュ・モレー
ル・23

(74) 代理人 弁理士 川口 義雄 (外2名)

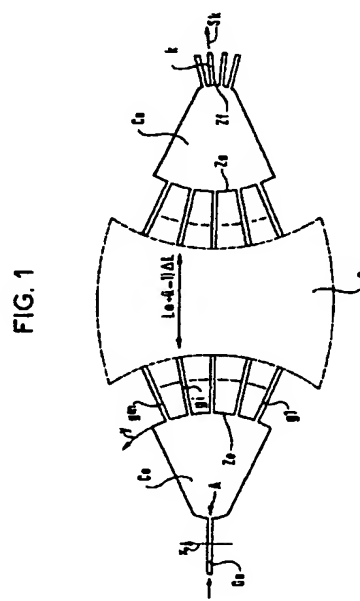
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 波長デマルチプレクサ

(57) 【要約】

【課題】 エッチング格子式にも導波路格子式にも適用でき、出力波のスペクトル応答が入力導波路の側面位置に応じた入力波の振幅変化を示す曲線とほぼ同形の曲線によって示されるデマルチプレクサを提供する。

【解決手段】 波長デマルチプレクサは、格子 (R) に接続された受信面 (Z e) によって決定される回折空間 (C e) を含む。スペクトル応答が平面である出力波 (S k) を得るために、入力導波路 (G e) と受信面 (Z e) とは、入力波 (e) が複数の二次ローブを有しながらこの面 (Z c) で回折するように寸法設定される。特に波長多重光通信システム用に適用される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 回折空間 (Ce) と、格子 (R) と、集束面 (Zf) とを含み、前記回折空間 (Ce) が、入力導波路 (Ge) に接続された少なくとも一つの入力

(A) と、前記入力 (A) の反対側に位置して格子 (R) に接続された受信面 (Ze) とを含み、前記入力導波路 (Ge) が、回折空間 (Ce) に入力光波 (e) を導き、前記格子 (R) が、入力波 (e) の波長に応じた位置で集束面 (Zf) に出力波 (Sk) を集束するように構成される波長デマルチプレクサにおいて、前記入力導波路 (Ge) と前記受信面 (Ze) が、入力光波 (e) に応じて受信面 (Ze) に回折波 (E) を形成するように寸法設定され、回折波 (E) の振幅は、受信面 (Ze) の位置に応じて少なくとも一部分が複数の二次ローブを有することを特徴とする波長デマルチプレクサ。

【請求項2】 入力ウェーブガイド (Ge) が導波路層 (2) を含み、この層は、導波路層よりも小さい屈折率の環境によって横方向に決定され、導波路層の横断面の寸法及び前記屈折率の値が、入力導波路 (Ge) の側方閉込め率が少なくとも95%となるように選択されることを特徴とする請求項1に記載の波長デマルチプレクサ。

【請求項3】 入力ウェーブガイド (Ge) が、側面エッチングを行った埋込み導波路層から形成されることを特徴とする請求項1または2に記載の波長デマルチプレクサ。

【請求項4】 前記回折空間が、長さが異なるウェーブガイド (gi) の格子 (R) を介して第2の星形カップラ (Cs) の出力に接続される第1の星形カップラ (Ce) であり、前記集束面 (Zf) が、第2のカップラ (Cs) を決定するとともに格子 (R) と反対側に位置する面から構成され、前記格子が、前記二次ローブの少なくとも一部を受信する位置にある導波路を含むことを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載の波長デマルチプレクサ。

【請求項5】 前記回折空間が、長さが異なるウェーブガイド (gi) の格子 (R) の出力に接続されて反射面まで延びる星形カップラ (Ce) であり、前記格子が、前記二次ローブの少なくとも一部を受信する位置にある導波路を含むことを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載の波長デマルチプレクサ。

【請求項6】 前記回折空間がカップラ (Ce) であり、前記入力 (E) の反対面が前記受信面 (Ze) と前記格子 (R) とを同時に構成するエッチング反射格子であることを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載の波長デマルチプレクサ。

【請求項7】 半導体材料中に集積されていることを特徴とする請求項1から6のいずれか一項に記載の波長デマルチプレクサ。

【請求項8】 前記半導体材料がリン化インジウムであることを特徴とする請求項7に記載の波長デマルチプレクサ。

【請求項9】 シリコン中に集積されていることを特徴とする請求項1から6のいずれか一項に記載の波長デマルチプレクサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光子部品の分野に関し、特に波長デマルチプレクサに関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に集積部品で構成されるこうした装置は、波長分割多重化 (WDM) を用いた光通信システムに数多く用いられる。

【0003】 既知の受動式波長マルチプレクサまたは波長デマルチプレクサのさまざまなタイプの中からここで取り上げるのは、エッチング回折格子または長さが異なる導波路から形成される格子からなる角分散素子を用いた装置である。

【0004】 エッチング格子をもつ波長デマルチプレクサの一例は、C. Cremer 他 の論文「Grating spectrograph in InGaAsP/InP for dense wavelength division multiplexing」、Applied Physics Letters、59(6) 1991年8月5日、627～628ページに記載されている。

【0005】 導波路格子をもつ波長デマルチプレクサの一実施例は米国特許第5212758号に記載されている。

【0006】 光通信システムに適用するために、これら二つのタイプの装置は、集積化して形成可能であるという長所を有し、これにより接続損失を制限することができる。しかしながら光通信システムへの適用で問題となるのは、入力多重によって生じる波長のわずかなずれが出力で供給される光波の出力損失となって現れないようにすることである。従って、デマルチプレクサの各出力波の応答が、この出力で与えられた波長近傍でできるだけ一定の波長の関数であることが望ましい。換言すれば、この応答を示す曲線の形は、できるだけ矩形に近いものでなければならない。第1の解決法は、M.R.Amersfoort他 の論文「Phased-array wavelength demultiplexer with flattened wavelength response」、ELECTRONIC LETTERS、1994年2月17日、vol. 30、No.4、300～302ページで提案された。この論文は、二つの星形カップラを異なる長さの導波路格子で接続した集積デマルチプレクサを記載している。スペクトル応答が平面であるためには、複数のモードを再結合することができるマルチモード出力導波路の使用が提案されている。だが、この解決法は、出力を一つの光ファイバまたは単一モード導波路に接続しようとするときと使えないので、ラインの終端に検出器を備えた部品に対しては有効ではない。

【0007】同じ型の分波器を用いた別の解決法は、K. Okamoto および H. Yamadaの論文「Arrayed-waveguide grating multiplexer with flat spectral response」、OPTICS LETTERS、1995年1月1日、vol.20、No.1、43～45ページに記載されている。

【0008】この記事によれば、格子の導波路の両端は、それらが受光する光部分を多少とも受けるように異なる幅を有する。基本正弦によるエネルギー配分を行うことにより、装置の各出力波のスペクトル応答はほぼ矩形になる。

【0009】この方法の主な欠点は、装置の損失がやや増えることにある(約2dB)。さらに、格子の導波路の幅がいろいろであるため、これらの各導波路における位相制御が極めて難しい。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、上記の既知の解決法の欠点がなく、エッチング格子式デマルチプレクサにも導波路格子式デマルチプレクサにも適用できる他の解決法を提案することにある。この二つのタイプの装置の作用を詳しく分析すると、出力波は、連続する二つの操作によって入力波から得られる。第1の作用は、カップラにおける光波の回折である。第2の作用は、エッチング格子または導波路格子による角分散である。ところで、数学的には、適切に寸法設定されているとして、第1の作用(回折)は、一次元の自由空間でフーリエ変換の一次近似と同一視することができる。第2の作用(分散)はその場合、空間ならびに長さ領域における回折波の逆フーリエ変換とみなすことができる。

【0011】従って、後述する寸法設定条件を遵守することにより、各出力波のスペクトル応答は、入力導波路の側面位置に応じた入力波の振幅変化を示す曲線とほぼ同形の曲線によって示される。

【0012】

【課題を解決するための手段】より詳しくは、本発明は、回折空間と、格子と、集束面とを含み、前記回折空間は、入力導波路に接続された少なくとも一つの入力と、前記入力の反対側に位置し格子に接続された受信面とを含み、前記入力導波路は、回折空間に入力光波を入力し、前記格子は、入力波の波長に応じた位置で集束面に出力波を集束するように構成される波長デマルチプレクサにおいて、前記入力導波路と前記受信面が、入力光波に応じて受信面に回折波を形成するように寸法設定され、回折波の振幅は、受信面の位置に応じて少なくとも一部分が複数の二次ローブを有することを特徴とする。

【0013】受信面上にある間隔の狭い二次ローブの存在は、入力波を十分に側面で閉じ込めることによって条件づけられ、閉込めの大きさは通常、「閉込め率」によって測定され、この閉込め率は、導波路により画定される波動部分の光出力と導波路および導波路を取り囲む領域に含まれる光出力全体との光出力比として定義され

る。同様に、「側方閉込め率」は、導波路の側縁が画定する空間に含まれる光出力と光出力全体との比として定義される。

【0014】従って、本発明の特徴によれば、入力導波路は導波路層を含み、この層は、導波路層よりも小さい屈折率の媒体によって横方向が画定され、また導波路層の横断面の寸法と前記屈折率の値とは入力導波路の側方閉込め率が少なくとも95%となるように選択される。

【0015】本発明の他の特徴によれば、入力ウェーブガイドは、側面エッチングを行った埋込み導波路層から形成される。このような構成では、導波路層を横方向に決定する環境は空気であり、そのため最大の屈折率ステップを確保できる。その結果、側方閉込め率は、導波路層の所定の構造および成分に対して最大となる。

【0016】本発明の他の特徴ならびに長所は、以下の添付図面から明らかになろう。

【0017】

【発明の実施の形態】図1は、導波路格子式デマルチプレクサの概略的な上面図である。これは第1の星形カップラC_eから構成され、その入力Aは入力案内G_eに接続される。入力導波路G_eの反対側にあるカップラC_eの面は、導波路G_eから入る入力波eの受信面Z_eを構成する。

【0018】受信面Z_eは、導波路g₁、...、g_i、...、g_mからなる格子Rの入力に接続される。格子Rの他端は第2の星形カップラC_sの入力面Z_sに接続される。入力面Z_sと反対側にある面は、複数の出力導波路G_kに接続される集束面Z_fを構成する。各導波路G_kは所定の波長で割り当てられる。

【0019】集積化した実施例では、カップラと導波路は薄い導波路層から構成される。

【0020】幾何学的には、導波路に接続される各カップラの相対する二つの面は円筒形で、半径が同じである。一般に二つのカップラは同一半径の面を有する。

【0021】デマルチプレクサの機能を得るために、格子の導波路はすべて光学長が異なり、導波路によって形成される相対的な位相のずれは、受信面Z_eの入力位置yの一次関数を実証する。小型化および単純化するために、導波路g_iの入力は、受信面Z_eに沿って規則正しく隔てられている。出力もまた、二次カップラC_sの入力面Z_sに沿って規則正しく隔てられている。列iの導波路g_iの長さはこの場合L₀ + (i - 1)ΔLであり、ここでL₀は最も短い導波路g₁の長さであり、ΔLは格子のピッチである。

【0022】第2のカップラの集束面Z_fの中心に集束したい波長の真空中の値をλ₀とすると、ΔL = mλ₀/nが選択され、ここでmは格子の次数であり、nは格子の導波路層の有効屈折率である。

【0023】機能において、単一モードと仮定したデマルチプレクサの光波eは、入力導波路G_eを介して第1

のカップラC_eに入る。多重化を構成する異なる波長の光波は、別々の位置で面Z_fに集束し、対応する出力波S_kは出力ウェーブガイドG_kによって受光される。

【0024】各カップラを二次元の自由空間とすると、入力導波路G_eの横方向の位置xに応じた入力波eの振幅が図2の矩形によって示される場合、各出力波に対して矩形のスペクトル応答を得ることができ、ここでeは振幅の相対値であり、wは導波路の幅である。受信面Z_eに現れる回折波Eの振幅は、受信面の位置yに応じて図3による基本正弦則を実証し、ここでEは振幅の相対値である。面Z_e、Z_sの寸法が、回折波Eを示す振幅の二次ローブ(lobes secondaires)をすべて受けるのに十分である場合、出力では矩形のスペクトル応答が得られる。

【0025】このような理想的な場合は、しかしながら実際には実現されず、というのも図2の矩形は物理的に不可能であるからである。その上、面Z_e、Z_sの寸法は必然的に限られており、これらの面が受ける二次ローブの数自体が制限される。

【0026】図4は、入力導波路における光波の閉込めが非常に大きいために実際に実現可能な入力波形を示す。その結果生ずる回折波Eは図5に示されている。ここで、主ローブは図3の場合よりも大きいことが分かる。しかし、シミュレーションおよび実験の示すところによれば、格子Rに少なくとも二つの導波路を設置し、主ローブの両側に位置する二つの二次ローブの一部を受けるとすれば、スペクトル応答は著しく改善することができる。従って、図6に示されたような、格子が36個の導波路を含む構造を用いた特定の実施例では、出力波S_kのひとつのスペクトル応答は図8のような形になる。反対に、通常の閉込め率すなわち95%未満の閉込め率の入力導波路を有する従来の装置を用いた場合、スペクトル応答は図7のような形になる。

【0027】次に、図6に示されたマルチプレクサの実施例の詳細な特徴について説明する。

【0028】Inp基板

導波路層の成分：InGaAsP（インジウム、ガリウム、ヒ素、リン）

有効屈折率n=3.22

格子の導波路数=36個

面Z_e、Z_sの半径=85μm

入力導波路の幅w=2μm

カップラにおける導波路の軸の距離=2.7μm

λ_o=1.54μm

格子の次数m=146

この実施例は、格子の導波路は主ローブと、実際には二個の隣接二次ローブとを考慮している。カップラC_eの入力Aに中心を合わせ、面Z_eを覆う領域の角度は、この場合65°以上である。カップラC_sはカップラC_eと同じである。

【0029】一般に、二個の二次ローブを覆うために、上記に定義された領域の角度の最小値α_mをα_m=4λ_o/(n, w)によって推定することができ、ここでλ_oは、処理する多重化の真空中の平均波長であり、nは導波路層の有効屈折率、wは案内幅である。

【0030】また、デマルチプレクサは対称であり、出力導波路と同数の入力導波路を含むことに留意されたい。従って、入力および出力を交換することができる。さらに、一つまたは複数の入力導波路が故障した場合に有効化する冗長度が確保される。

【0031】図9は、実際に使用可能なあらゆる型の材料に対してたとえば99%以上の非常に高い閉込め率を有する入力導波路G_eの実施例を示す。この実施例によれば、InGaAsPの四つの成分からなる合金から導波路層2を構成し、これをリン化インジウム基板に埋め込んである。次に導波路を形成するために、導波路層2の下に位置するエッチング隔壁層5まで側面エッチングを行った。この結果、層2は側面が空気で取り囲まれ、またリン化インジウムの下部閉じ込め層3と上部閉じ込め層4とによって区切られている。

【0032】寸法設定に関しては、たとえば次のようになる。

【0033】

導波路層2の厚さ=0.8μm

導波路層2の幅=2μm

下部層3の厚さ=0.4μm

上部層4の厚さ=0.9μm

もちろん本発明は、適切な光学特性を有する他の材料で集積化することもできる。たとえば、ヒ化ガリウム、シリコンまたはシリカ、アルミナ、ニオブ酸リチウムならびに幾つかの重合体が挙げられる。

【0034】変化例では、反射導波路格子を用いることもできる。この場合は第1のカップラC_eだけを用い、これを、反射面まで及ぶ異なる長さの導波路格子に出力で接続する。上記の実施例のように、格子の導波路は、受信面Z_eで複数の二次ローブを形成する少なくとも一部を受けると位置づけられる。

【0035】本発明の他の変化例では、図10に概略的に示されたエッチング格子式デマルチプレクサを用いることができる。反射エッチング格子Rは、上記変化例の導波路格子と機能的に同等である。

【0036】第1の実施例とは逆に、反射により機能する格子は、入力多重化において、カップラの入力点Aで集束する波長を用いることはできない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による導波路格子式デマルチプレクサの概略図である。

【図2】本発明によるデマルチプレクサの機能を説明する曲線である。

【図3】本発明によるデマルチプレクサの機能を説明す

る曲線である。

【図4】本発明によるデマルチプレクサの機能を説明する曲線である。

【図5】本発明によるデマルチプレクサの機能を説明する曲線である。

【図6】本発明によるデマルチプレクサの特定の実施例の全体図である。

【図7】従来の格子式デマルチプレクサにより得られるスペクトル応答曲線である。

【図8】本発明によるデマルチプレクサにより得られる 10
スペクトル応答曲線である。

【図9】本発明による実施例の入力導波路の横断面図である。

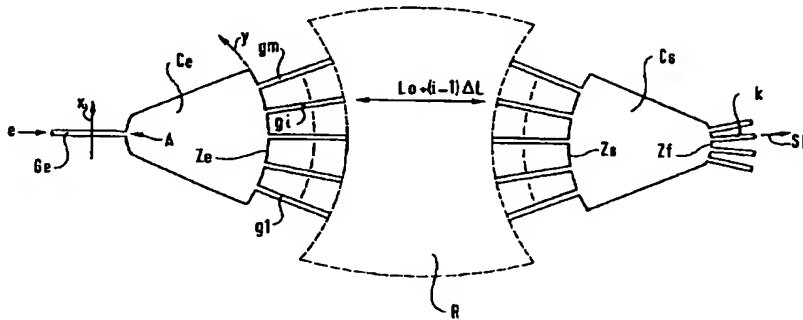
【図10】本発明を同様に実施することができるエッチング格子式デマルチプレクサの概略図である。

【符号の説明】

R 格子
Z_e 受信面
C_e 回折空間
S_k 出力波
G_e 入力ウェーブガイド
e 入力波

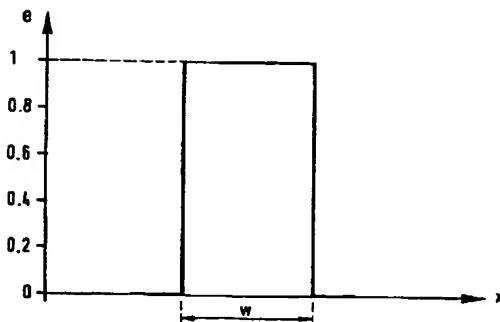
【図1】

FIG. 1



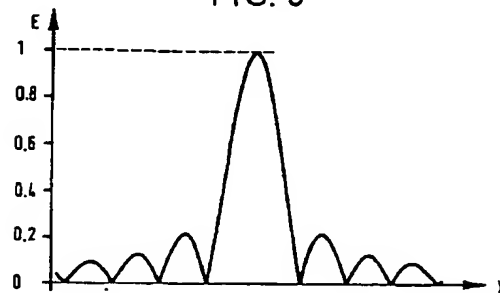
【図2】

FIG. 2

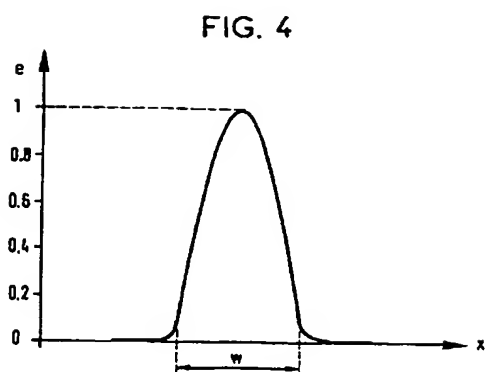


【図3】

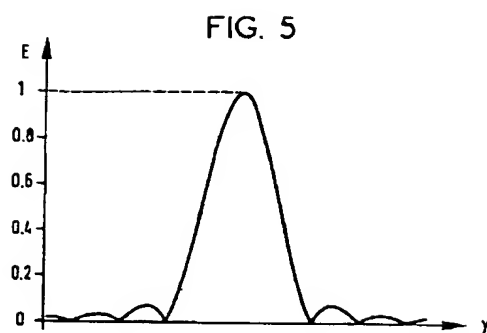
FIG. 3



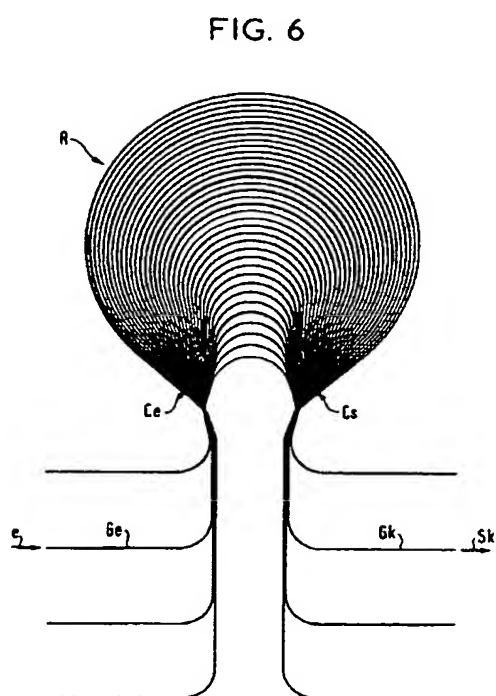
【図4】



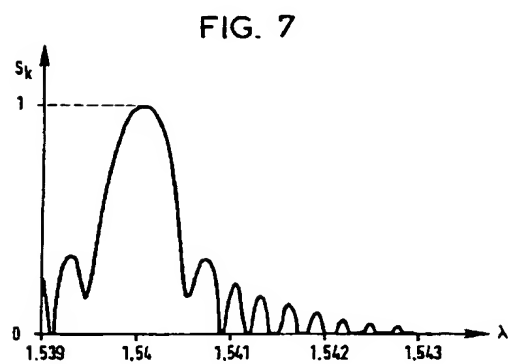
【図5】



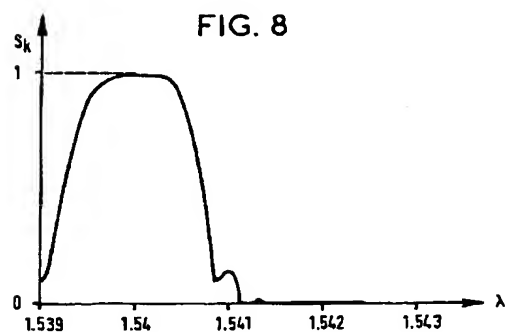
【図6】



【図7】

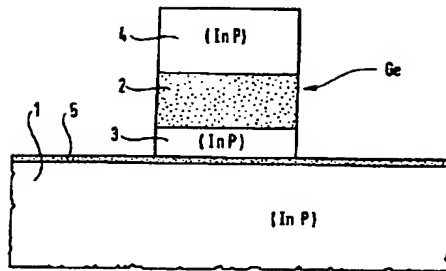


【図8】



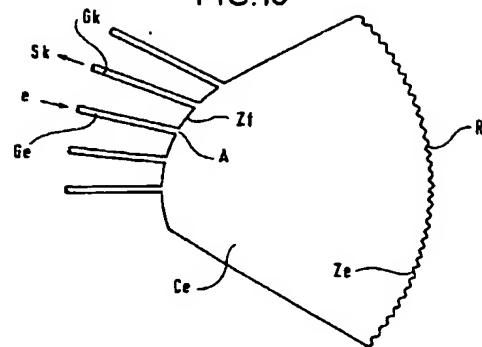
【図9】

FIG. 9



【図10】

FIG. 10



フロントページの続き

(72)発明者 ローラン・マエストリク
フランス国、75014・パリ、アブニユ・ド
ユ・メンヌ・124

(72)発明者 クリスチヤン・デュシエ
フランス国、91460・マルクシス、リュ・
アルフレ・デュブワ・76